"Modulación de señales electromagnéticas aéreas desde la radio hasta el Internet en celulares vía radio-base"

XE1GXK Alejandro Ramírez

"Boletín Tecnológico AREJ"

Modulación

Engloba el conjunto de técnicas que se usan para transportar información sobre una onda portadora, típicamente una onda sinusoidal. Estas técnicas permiten un mejor aprovechamiento del canal de comunicación lo que posibilita transmitir más información en forma simultánea además de mejorar la resistencia contra posibles ruidos e interferencias. Según la American National Standard for Telecommunications, la **modulación** es el proceso, o el resultado del proceso, de variar una característica de una portadora de acuerdo con una señal que transporta información. El propósito de la modulación es sobreponer señales en las ondas portadoras.
Básicamente, la modulación consiste en hacer que un parámetro de la onda portadora cambie de valor de acuerdo con las variaciones de la **señal moduladora**, que es la información que queremos transmitir.

Frecuencia portadora

Una señal portadora es una onda eléctrica modificada en alguno de sus parámetros por la señal de información (sonido, imagen o datos) y que se transporta por el canal de comunicaciones.

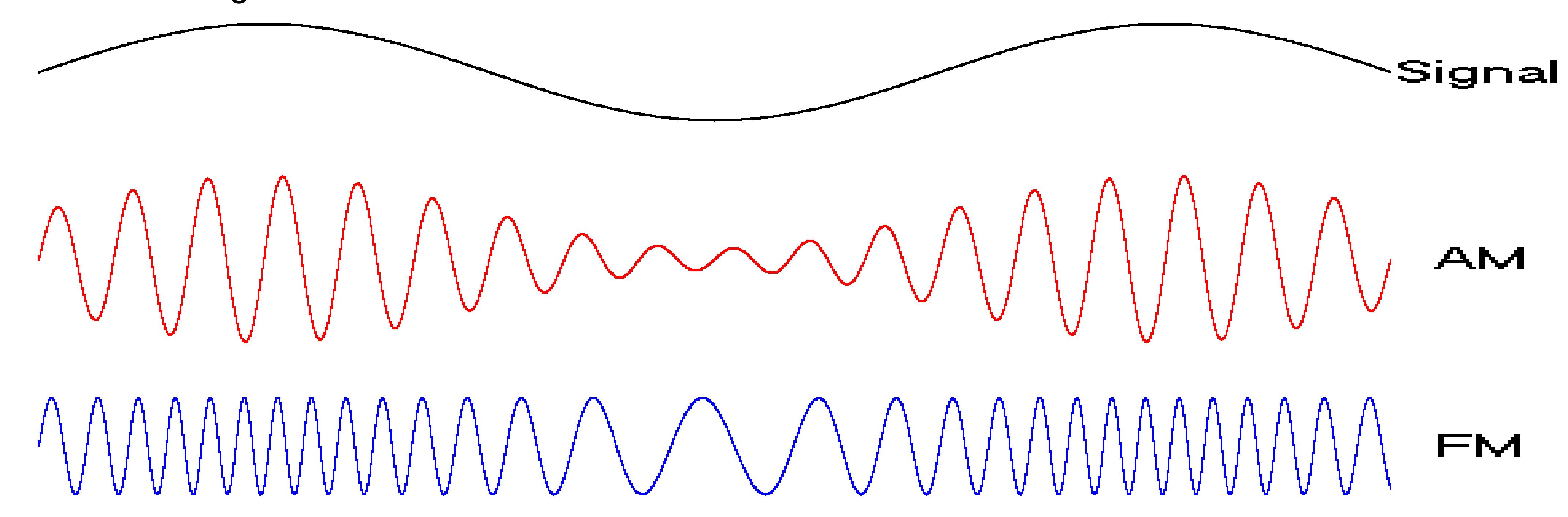
El uso de una onda portadora también soluciona muchos otros problemas de circuito, antena, propagación y ruido. Por ello , una antena práctica debe tener un tamaño aproximado al de la longitud de onda de la onda electromagnética de la señal que se va a transmitir. Si las ondas de sonido se difundieran directamente en forma de señales electromagnéticas , la antena tendría que tener más de un kilómetro de altura. Usando frecuencias mucho más altas para la portadora, el tamaño de la antena se reduce significativamente porque las frecuencias más altas tienen longitudes de ondas más cortas.

Una emisora de radio AM normalmente tiene una serie de letras asociadas: por ejemplo, KPBS. Sin embargo, una forma más práctica de referirse a una emisora de radio es por su frecuencia portadora, como 101.1 MHZ, que es la frecuencia con la que se debe sintonizar la radio. En el caso de las **FM**, la frecuencia portadora es de 2,4 ó 5 GHZ. El uso de frecuencias portadoras en las FM ha añadido complejidad en cuanto que la frecuencia portadora cambia con el **salto de frecuencia o la secuencia de *chipping* directa para que la señal sea más inmune a la interferencia** y el ruido. El *chipping* es el proceso consistente en convertir cada bit de datos en una cadena de chips expandida denominada secuencia de chipping. Es el mecanismo que permite a los dispositivos inalámbricos leer datos cuando se pierden porciones de señal.
El proceso de recuperar la información de las ondas portadoras se denomina desmodulación. En esencia, es invertir los pasos utilizados para modular los datos. En general, a medida que los esquemas de transmisión o modulación(compresión) se hacen más complejos y la velocidad de transmisión de datos aumenta, la inmunidad al ruido se reduce y la cobertura disminuye.

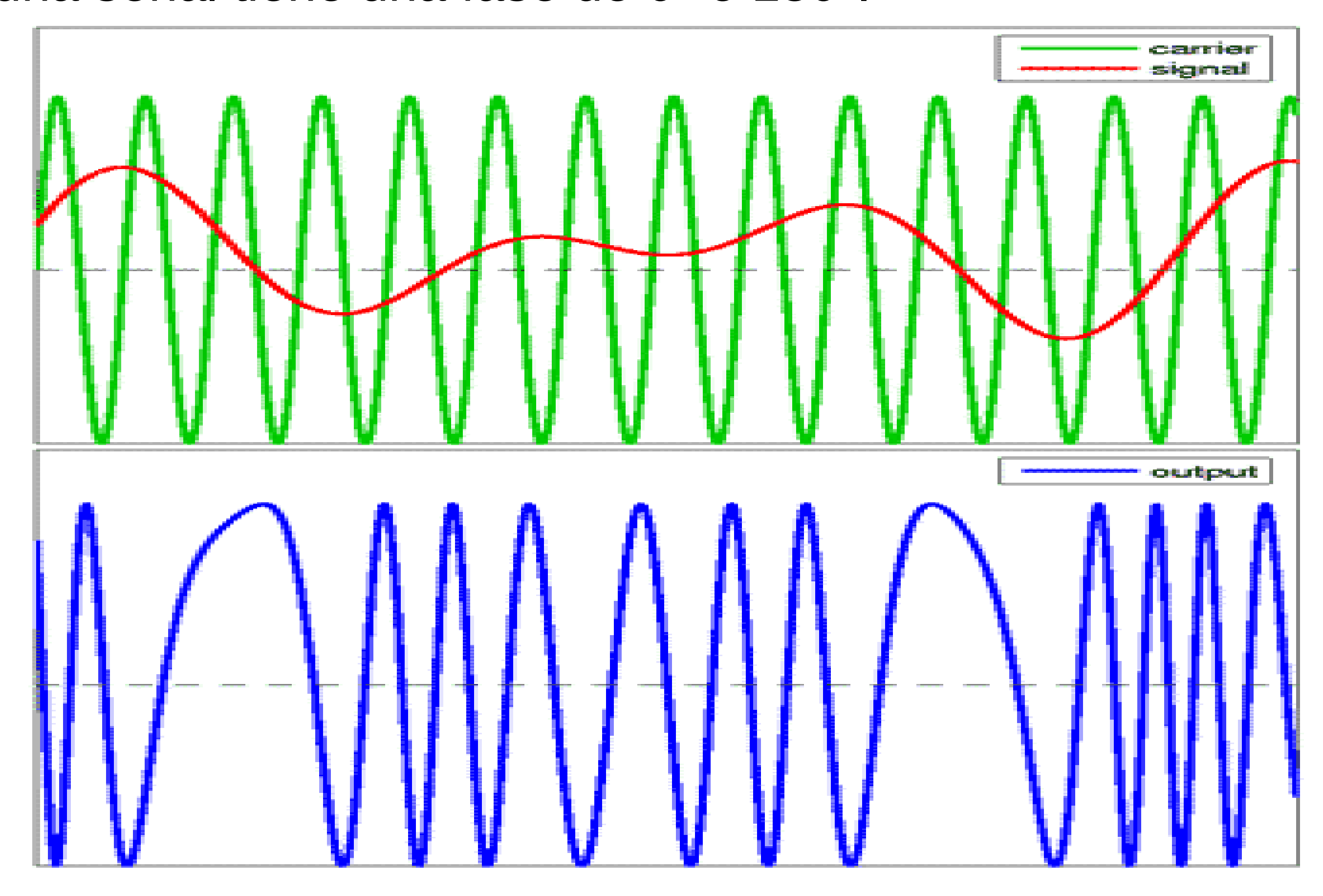
Uno de los objetivos de las comunicaciones es utilizar una frecuencia portadora como frecuencia básica de una comunicación, pero modificándola siguiendo un proceso denominado modulación para codificar la información en la onda portadora.

Tres aspectos de la onda portadora básica que se pueden modular son:

- Amplitud
- Frecuencia
- Fase o ángulo



Es una modulación que se caracteriza porque la fase de la onda portadora varía en forma directamente proporcional de acuerdo con la señal modulante .La modulación de fase no suele ser muy utilizada porque se requieren equipos de recepción más complejos que los defrecuencia modulada. Además puede presentar problemas de ambigüedad para determinar si una señal tiene una fase de 0º o 180º.



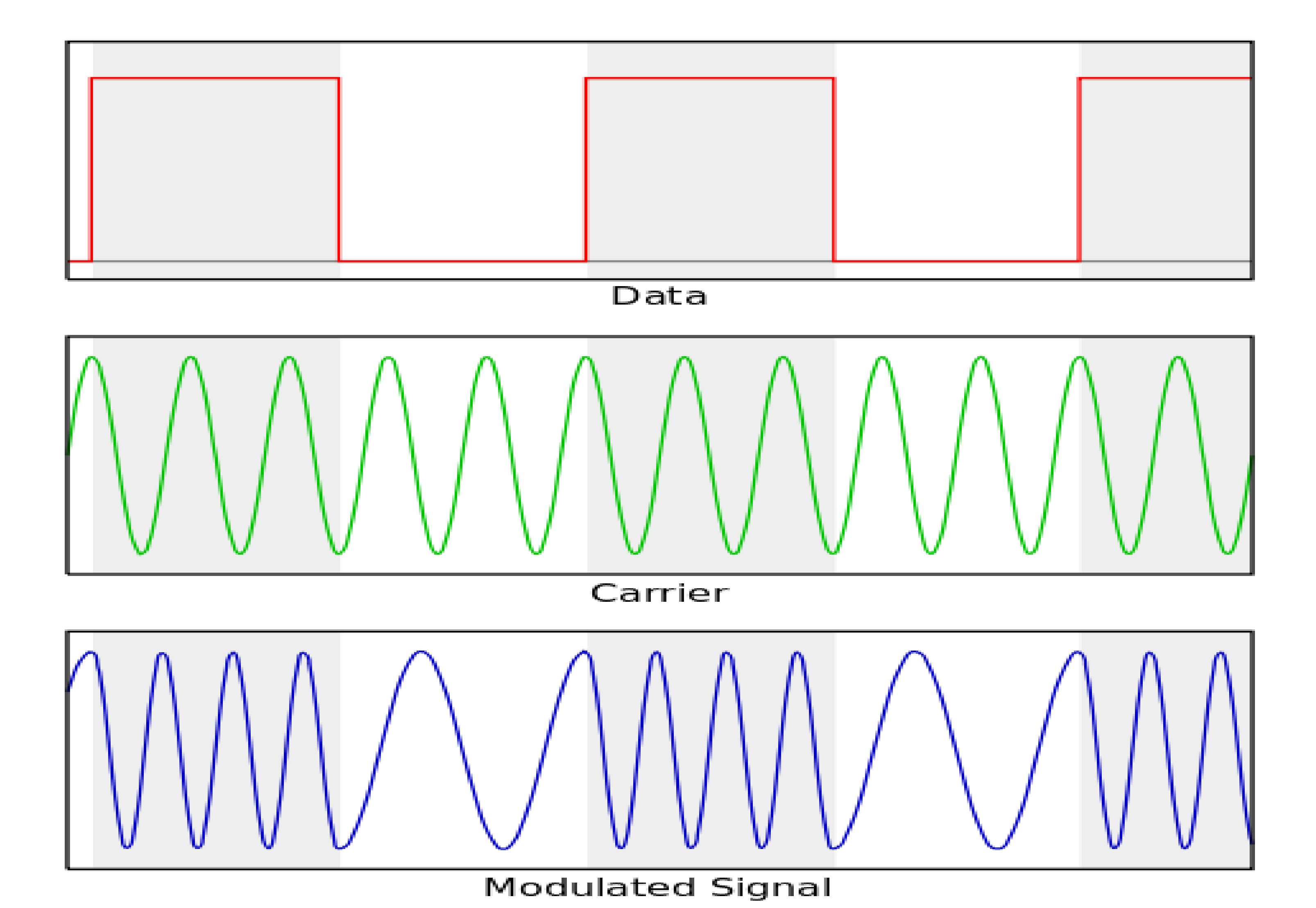
Modulación digital

Los siguientes son algunos de casos extremos de estas técnicas:

Modulación por desplazamiento de amplitud (ASK, *Amplitude Shift Keying*)
Desactiva la amplitud durante toda la trayectoria

Modulación por desplazamiento de frecuencia (FSK,*Frecuency Shift Keying*)
Salta a una frecuencia extrema.

Modulación por desplazamiento de fase (PSK, *Phase Shift Keying*)
Desplaza la fase 180 grados.


Data
Carrier
Modulated Signal

Modulación WiFi

El Wi-Fi (Wireless Fidelity) es el estándar creado por el IEEE para las Redes de Acceso Local Inalámbrico (WLAN) donde se especifica la sub-capa física (PHY) y de acceso al medio (MAC) de una red local de acceso con conexión inalámbrica.
Sus principales aplicaciones, son los hot-spots (hoteles, aeropuertos, estaciones de servicio, centros de convenciones y comerciales, pueblos, etc.), en los que se ofrece acceso a Internet, en muchos casos, de forma gratuita[1]. También es ampliamente utilizado en el entorno empresarial y residencial para la construcción de redes de área local inalámbricas. Otra de las aplicaciones de WiFi es la sustitución de las redes de telefonía celular en aquellas áreas donde tiene la cobertura. Sin embargo, este tipo de desarrollos cuenta con numerosas dificultades en ámbitos como la seguridad en las comunicaciones, el control de tráfico o el roaming.

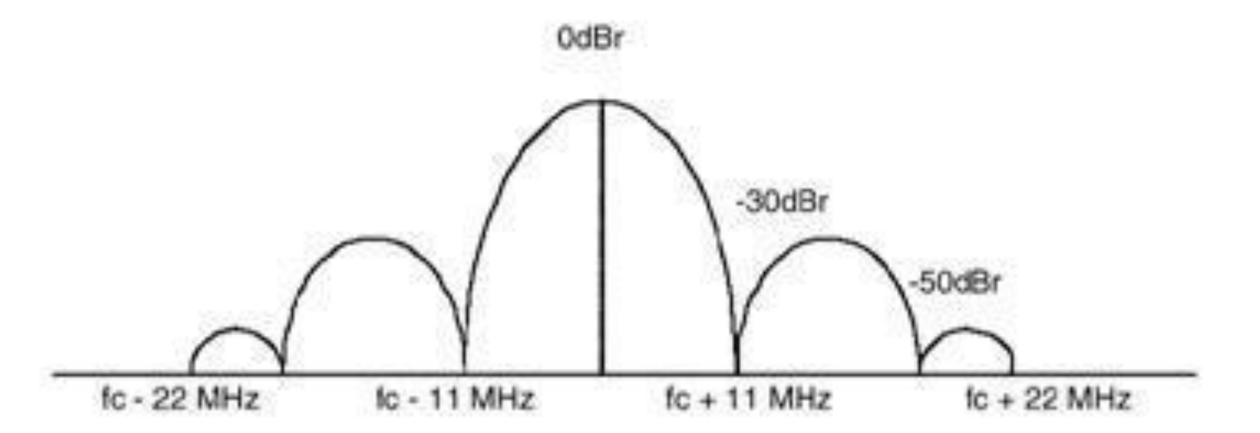
La arquitectura del IEEE 802.11 está formada por una serie de elementos que interaccionan para proveer movilidad a las estaciones en una red local de acceso, que sea transparente a las capas superiores. El elemento básico de las redes de acceso definido en el estándar es la estación (STA en el estándar), definida como cualquier elemento que contenga una capa de Control de Acceso al Medio (MAC) y una capa Física (PHY) acorde con lo definido en el estándar. Las estaciones pueden ser móviles, portátiles o estacionarias. En las LANs inalámbricas basadas en el IEEE 802.11 se pueden diferenciar dos tipos de elementos habituales, la estación wireless o tarjeta de red inalámbrica (llamada NIC o simplemente STA) y el punto de acceso (AP en sus siglas en inglés – Access Point). Los dos elementos son STAs en la estricta definición del término, pero el AP es un dispositivo con funcionalidad añadida ya que incluye una interfaz de red adicional normalmente conectada con una red de cable como Ethernet.

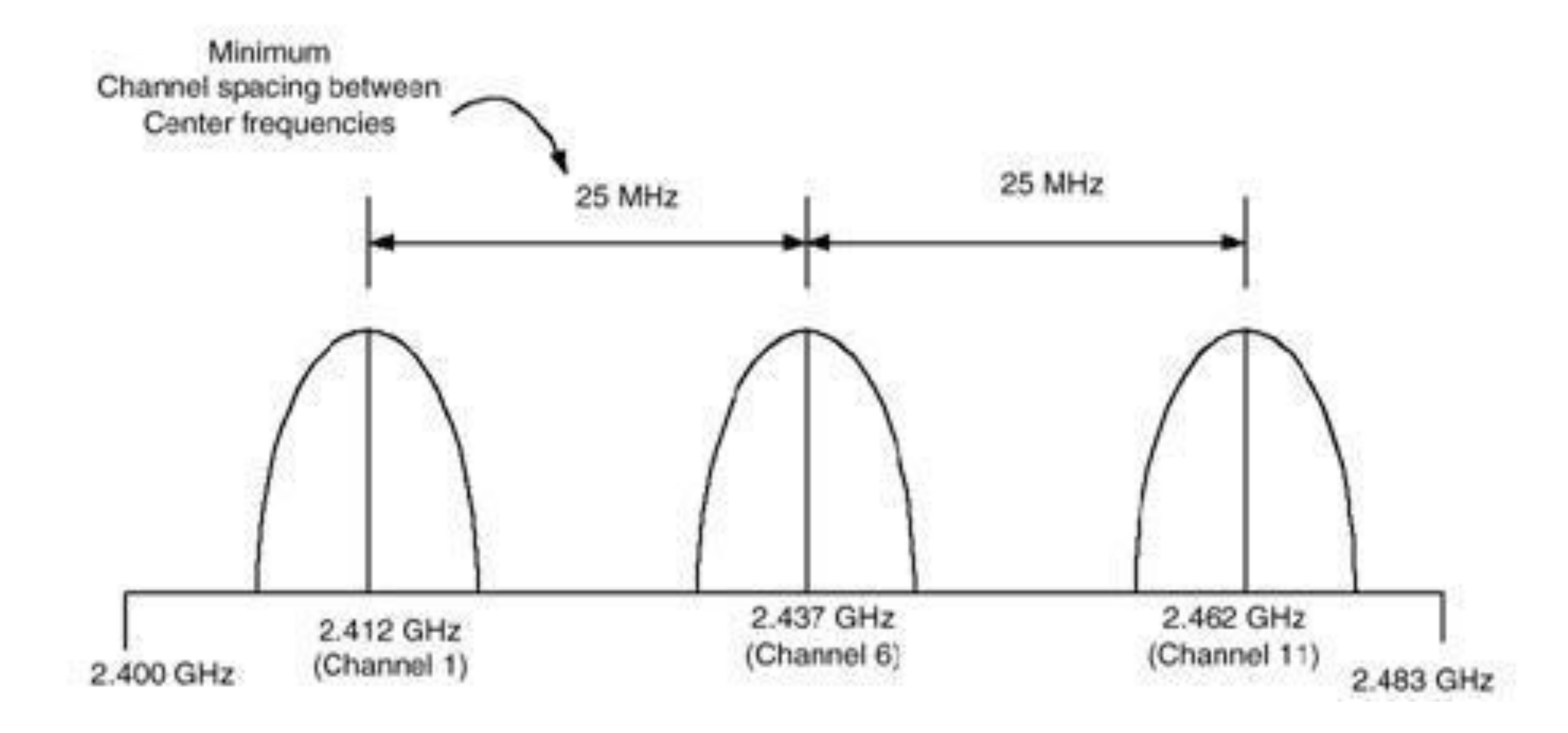
Las modulaciones que se utilizan son DBPSK (Differential Binary Phase Shift Keying) y DQPSK (Differential Quadrature Phase Shift Keying) para velocidades de transmisión de 1 y 2 Mbps respectivamente. La técnica DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) utilizada por las redes WiFi usa una secuencia chip de 11 bits llamada secuencia Barker para ensanchar el espectro en 11 veces con la consecuente reducción de potencia RF. Todas las estaciones en una red 802.11 usan la misma secuencia de 11 bits. En el transmisor una función EX-OR combina la trama con la secuencia Barker para que cada bit de la trama se combine con la secuencia de 11 bits. En el receptor la señal DSSS se convoluciona con la secuencia Barker y se correla para recuperar la trama y evitar las interferencias.

Canales WiFi

Cada canal ocupa 22 MHz de ancho de banda y la forma espectral de los canales se representa por una función sinc(X). La máscara de transmisión del canal DS, en el estándar IEEE 802.11, especifica que en recepción los primeros productos de intermodulación deben ser filtrados a -30dBr y el resto de productos a -50dBr. Esto solamente permite tres canales no interferentes espaciados 25MHz en la banda de 2.4GHz (ver en la siguiente figura), a pesar de que se definen 14 canales de operación en esa banda.

En los productos comerciales actuales, la potencia nominal de transmisión es 100mW.


0dBr
-30dBr
-50dBr
fc - 22 MHz
fc - 11 MHz
fc + 11 MHz
fc + 22 MHz
Transmit Channel Shape


Minimum
Channel spacing between
Center frequencies
25 MHz
25 MHz
2.400 GHz
2.412 GHz
(Channel 1)
2.437 GHz
(Channel 6)
2.462 GHz
(Channel 11)
2.483 GHz

Modulación de la telefonia celular

Los celulares se basan en trasmitir su señal en una banda de frecuencia muy alta, dentro del espectro espacial, y tienen que usar alguna tecnologia para multiplexar, es decir, para meter toda la informacion en un rango de frecuencia muy pequeño asignado.

Basado en TDMA
La mas popular que han escuchado es *GSM*, esta tecnologia basada en TDMA (Acceso Multiple en Division por Tiempo) en la banda de frecuencia de 900 MHz o 1800 MHz, es una tecnologia de *Segunda Generacion* (2G), la publicidad han hecho que la gente piense que es de *ultima generacion*, no es cierto, pero si es la mas usada en el mundo, principalmente Europa.

La de ultima generacion es la (3G de tercera generacion), y se llama EDGE, antes de esta esta GPRS (2.5G), es decir esa tecnologia a evolucionado de esta forma:
TDMA>GSM> GPRS > EDGE
para los que estan basados en TDMA.
Ventajas?, mayor ancho de banda en datos (hasta 384Kbps), servicios y mejor calidad de audio

Basado en CDMA

Otro tipo de tecnlogia es la CDMA (Acceso Multiple en Division de Codigo), su evolucion ha sido CDMA one > CDMA2000 (1xRTT,1xEV-DO,1xEV-DV), W-CDMA, trabaja en la banda de frecuencia de 800-MHz o 1.9-GHz.

Ventajas?, mayor ancho de banda Hasta 2.4MB!), mas servicios y mejor calidad de audio

Desarrollo de una llamada

Cuando se enciende un móvil, éste conoce la frecuencia asignada para el servicio CDMA en el área local. Se sintoniza en dicha frecuencia y busca la señal piloto. Puede encontrar varias señales piloto provenientes de diferentes estaciones base, pero éstas pueden ser diferenciadas porque tienen diferentes desplazamientos de tiempo. El móvil selecciona la señal piloto más potente y establece referencias de tiempo y frecuencia a partir de ella. Una vez realizado este proceso de selección de la base, el móvil comienza a demodular con el código Walsh 32 que corresponde al canal de sincronización. El canal de sincronización contiene el valor futuro del registro de desplazamiento de código largo (42 bits). El móvil carga dicho valor en su registro y queda sincronizado con el tiempo de la estación base.

Adicionalmente se requiere que el móvil se registre en la base; de esta manera , ésta sabe que el móvil está disponible para recibir llamadas y cual es su ubicación. Cuando un móvil pasa de una zona a otra y no hay una llamada en curso, realiza un proceso de idle-state handoff. Cuando el usuario realiza una llamada, el móvil intenta contactar la estación base con un acceso de prueba. El código largo que se utiliza está basado en los parámetros de la celda. Si ocurre una colisión el móvil no recibe respuesta y espera un tiempo aleatorio antes de intentar de nuevo.

Al establecer contacto con la estación base, esta le asigna un canal de tráfico mediante un código Walsh. A partir de este momento el móvil cambia el código largo por uno basado en su número de serie. El código Walsh se utiliza en el forward-link, mientras que el código largo se utiliza en el reverse-link. Cuando un móvil comunicado con una base detecta otra señal piloto suficientemente potente, solicita un proceso de soft handoff. Al móvil se le asigna otro código de Walsh y otra temporización piloto. El móvil debe estar en capacidad de recibir ambas señales y combinarlas. Cuando la señal de la base original haya disminuido lo suficiente, el móvil solicita el fin del soft handoff.
Al finalizar una llamada, los canales se liberan. Cuando el móvil se apaga genera una señal registro de apagado que se envía a la base para indicar que ya no está disponible para llamadas.

Agradezco las facilidades otorgadas principalmente a Ricardo Solano conocido por sus letras XE1GQP

Ademas de los presentes amigos y aficionados radio escuchas, gente universitaria y tambien a quien tuvo la oportunidad de escuchar éste boletin aun no teniendo la aficion.

Atentamente

Alejandro Ramírez Macias
Ing Comunicaciones y electrónica
XE1GXK
alexudg@hotmail.com
facebook/alexudg